

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	V
1. Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziele der Arbeit und Vorgehensweise	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2. Direkte und indirekte Pkw-Klimaanlagensysteme	5
2.1 Direktverdampfende Serienanlagen	5
2.1.1 Prozessführung	5
2.1.2 Kältemittelseitige Verschaltungsvarianten	7
2.1.3 Hauptkomponenten der automobilen Serienanlage	8
2.2 Automobile Klimaanlage mit Sekundärkreisläufen	13
2.2.1 Ausführungsvarianten	13
2.2.2 Zusätzlich benötigte Komponenten indirekter Sekundär- kreislaufanlagen	17
2.2.3 Kälteträgermedien und Kältespeicher im Sekundärkreislauf	18
3. Stand der Technik und Ziele der Arbeit	24
3.1 Bewertungs- und Vergleichsbasis direkter und indirekter Fahrzeug- klimatisierungssysteme	24
3.2 Einsatz des wassergekühlten Verflüssigers im Pkw	26
3.3 Weitere bauliche Einflussfaktoren	27
4. Versuchsanlage	28
4.1 Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild	28
4.2 Aufbau der Anlage	30
4.2.1 Komponenten Kältekreislauf	30
4.2.2 Komponenten Sekundärkreisläufe	33
4.2.3 Komponenten Umgebungsanbindung	35
4.3 Messtechnik	36
4.4 Bestimmung der optimalen Anlagenfüllmenge	37

5. Modellerstellung	40
5.1 Abbildung der Vergleichssysteme	40
5.2 Einbindung und Anpassung Kabinenmodell	43
5.3 Anpassung Innenraumwärmeübertrager	44
5.4 Modellierung und Einbindung Phasenwechselmaterial	44
6. Experimentelle Ergebnisse	47
6.1 Variation der wasserseitigen Eintrittstemperaturdifferenz zwischen Verflüssigungs- und Unterkühlungsstrecke	47
6.2 Bewertung des Einsatzes von Phasenwechselmaterialien im ver- dampferseitigen Sekundärkreislauf	50
7. Simulative Ergebnisse stationärer Fahrtzustände	56
7.1 Optimierung des Kälteträger-Volumenstroms in der Unterkühl- strecke des indirekten Systems	56
7.2 Einfluss des saugseitigen Druckverlustes und des Leistungsbedarfs der Kälteträgerpumpen am Beispiel eines Omnibussystems	60
7.3 Gewichteter Anlagenvergleich bei weltweiten klimatischen Rand- bedingungen	64
8. Energetische Bewertung direkter und indirekter Systeme im transienten Betrieb	79
8.1 Definition einer Vergleichsmethodik für transiente Fahrtzustände	80
8.2 Bewertung im Start/Stopp-Betrieb	81
8.2.1 Anlagenvergleich bei europäischen Heißlandbedingungen	82
8.2.2 Anlagenvergleich bei europäischen Warmlandbedingungen	89
8.2.3 Veränderung der Anlagendynamik durch den Einsatz von Phasenwechselmaterialien	94
8.3 Bewertung einer virtuellen Testfahrt	100
9. Zusammenfassung	109
Literaturverzeichnis	111